

Le soutènement métallique en taille

par INICHAR.

Cette note constitue le premier complément de l'étude intitulée « Le soutènement métallique en taille », publiée dans le numéro spécial des Annales des Mines (1) préparatoire aux travaux de la Conférence Internationale de Liège en 1951 (2). Elle groupe le matériel nouveau construit dans ce domaine depuis la Conférence, matériel belge et étranger, exposé à la Foire Internationale de Liège ou non. Elle contient également la documentation relative aux nouveaux dispositifs d'ancrage des tiges utilisées pour le boulonnage du toit.

La note est divisée en cinq parties :

Les étançons.

Les bèles.

Les piles de soutènement.

La reprise du soutènement.

Les boulons d'ancrage.

I. — ETANÇONS.

Les nouveaux étançons, comme la plupart de ceux déjà décrits (3), sont tous extensibles et constitués de deux parties télescopiques en raison de l'irrégularité de l'ouverture des veines dans les gisements d'Europe occidentale.

L'emploi de bèles métalliques implique l'utilisation d'étançons pourvus d'une soupape de sûreté, c'est-à-dire qui coulissent sous une charge bien déterminée. Les étançons absolument rigides donnent lieu à de nombreuses ruptures de bèles.

Les nouveaux étançons sont tous à portance rapide, mais coulissent à partir d'une certaine charge. On peut les diviser en deux catégories :

- 1) les étançons à portance immédiate; dès le serrage de la serrure, ils sont capables de supporter la charge maximum ou très voisine du maxi-

mum. A la mise en charge, ils ne subissent qu'un faible raccourcissement élastique sans coulissement (étançons Prochar type K, Gerlach tandem, Schmidt à double clavette, Eisenwerk Wanheim pour semi-dressants) ;

- 2) les servo-étançons qui atteignent leur force portante maximum par l'action d'un mécanisme autoserant, après avoir coulissé de 10 à 20 mm (Titan).

Signalons également une modification de l'étançon rigide Dardenne pour lui donner une certaine élasticité lors de son emploi avec des bèles métalliques.

L'étançon Prochar type K.

C'est un étançon métallique extensible à fût intérieur coulissant équipé de deux lamelles *a*, ce qui porte à 6 le nombre des surfaces de frottement et diminue les efforts dans la serrure. Les deux lamelles sont assemblées librement par un talon *c*, soudé au fût intérieur. (fig. 1 et 2) L'étançon est équipé d'une serrure à serrage constant qui donne au serrage la force portante maximum de 40 tonnes.

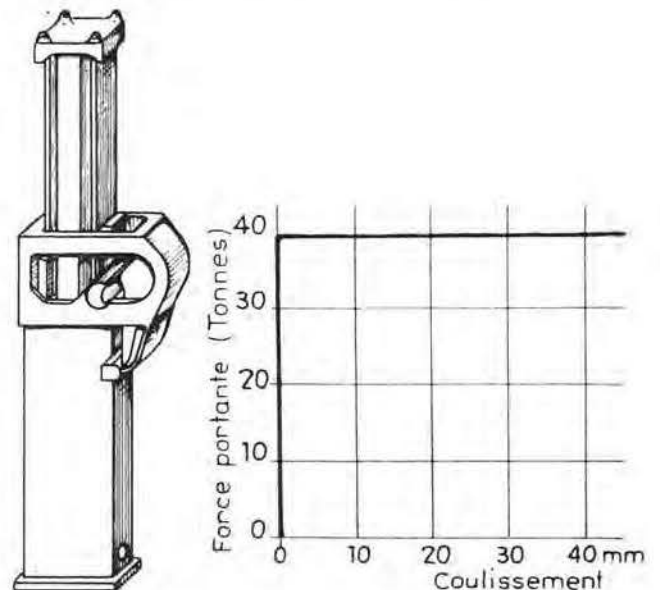


Fig. 1. — Etançon Prochar, type K et sa courbe caractéristique, « charge affaissement ».

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique* - numéro spécial, février 1951. - « Le soutènement métallique en taille », par P. Stassen, pages 49 à 105.

(2) Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation. - Liège, avril 1951.

(3) Pour la description des étançons Becorit, Dardenne, Eisenwerk Wanheim à lamelles et hydraulique, Gerlach, modèle 1950 = Alco, voir numéro spécial des *Annales des Mines de Belgique*, février 1951 : « Le soutènement métallique en taille », pages 49 à 105.

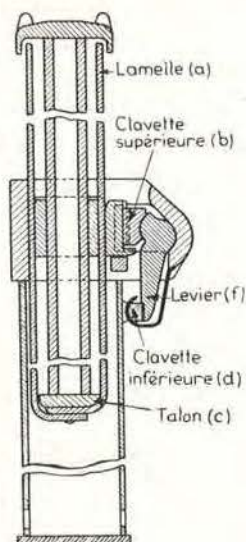


Fig. 2. — Vue en coupe de l'étau Prochar, type K.

Il n'y a pas de mécanisme autoserrant entraîné qui agit pendant les premiers millimètres de coulisement. La serrure comprend deux clavettes; la supérieure *b* donne un serrage initial des pièces de frottement et une force portante de 8 à 10 tonnes.

La clavette inférieure *d* assure, au moyen du levier *f*, un serrage très intense des pièces de la serrure et élève immédiatement la force portante à 40 tonnes. A partir de cette charge, l'étau coulisse sous charge constante. La reprise a lieu par décalage successif des deux clavettes; le décalage est progressif.



Fig. 3. — Etau Gerlach « Tandem ».
Vue de l'étau et de la serrure.

L'étau Gerlach « Tandem »

Le nouvel étau extensible Gerlach est équipé d'une serrure avec deux clavettes en tandem. (fig 3)

Ces deux clavettes s'appuient sur une calotte cylindrique compensatrice d'efforts. Il n'y a pas de dispositif « autoserrant ». Le serrage des 2 clavettes assure une force portante élevée de l'ordre de 30 à 35 tonnes suivant les types d'étauçons. Quand cette charge est atteinte, l'étau coulisse et la force portante augmente d'environ 1 tonne par centimètre de coulisement par suite de la faible conicité du fût supérieur.

La firme présente également un étau pour couches très minces, qui n'a que 34 cm de hauteur minimum et 50 cm complètement étiré.

L'étau Schmidt à deux clavettes parallèles.

Le mécanisme de serrure est extrêmement simple. L'étrier de la serrure contient deux blocs avec garniture de friction, qui s'appliquent sur le fût supérieur. La face opposée des deux blocs sert de logement aux deux clavettes de calage. (fig 4)

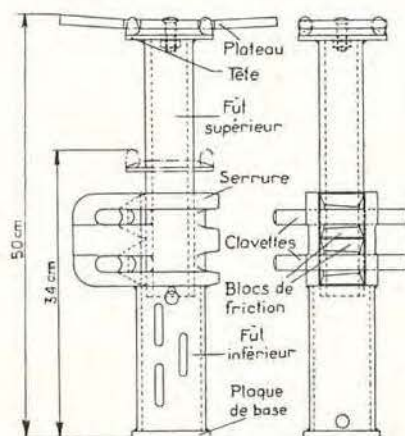


Fig. 4. — Etau Schmidt à deux clavettes.

La force portante initiale est double de celle d'un étau à un seul coin de serrage. Les deux clavettes sont serrées l'une après l'autre.

L'étau du type « Z K 1 » a une force portante initiale de 18 à 20 tonnes. Une légère conicité du fût supérieur donne une courbe « charge - affaissement » qui croît progressivement avec le coulisement. La résistance maximum est de 35 tonnes pour un coulisement de 100 mm (fig 5).

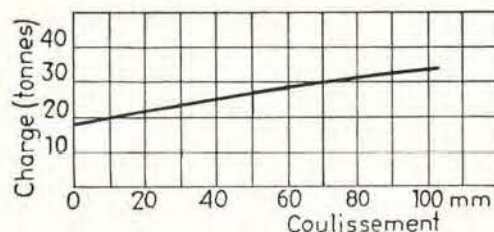


Fig. 5. — Courbe « charge-affaissement » de l'étau Schmidt « ZK 1 ».

Comme dispositif de précontrainte, on fait usage de couteaux introduits dans les ouvertures allongées du fût inférieur. La reprise de l'étauçon est obtenue par desserrage successif des deux clavettes; elle a donc lieu en deux étapes.

L'étauçon a une hauteur minimum de 54 cm; complètement étiré, il mesure 50 cm.

Un plateau rectangulaire, constitué d'une lame d'acier à ressort, est boulonné sur la tête de l'étauçon; sa largeur est égale à celle de la tête de l'étauçon, tandis que la longueur vaut trois fois la largeur (soit environ 30 cm). Cet étauçon ne pèse que 15,2 kg; il est particulièrement intéressant pour le soutènement en couches minces; il est robuste et léger grâce à la simplicité de construction de la serrure.

Etauçons à lamelles Eisenwerk Wanheim pour semi dressants.

L'étauçon comprend un fût intérieur cylindrique dont le guidage dans la serrure est bien assuré; il n'y a pas de dispositif autoserrant. (fig 6) Dès le

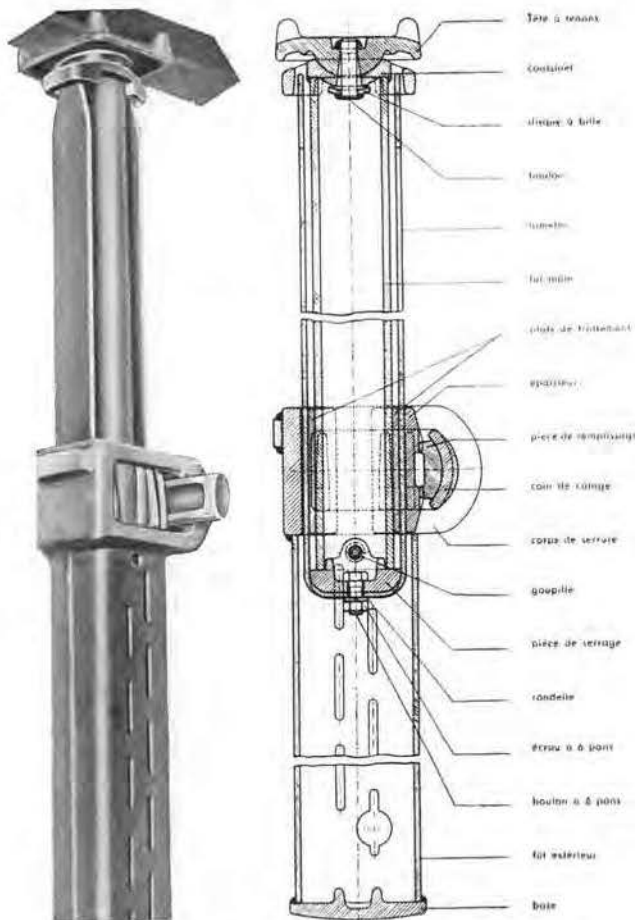


Fig. 6. — Etauçon à lamelles Eisenwerk Wanheim pour semi dressants.

serrage de la clavette, l'étauçon atteint sa force portante maximum de 30 tonnes. La multiplicité des surfaces de frottement diminue les efforts dans la serrure et permet d'alléger la construction. La tête

à tenons est montée sur rotules pour assurer le centrage de la charge.

L'étauçon Titan.

C'est un étauçon à portance rapide équipé d'un dispositif autoserrant réalisé par un coin entraîné. Les profils des fûts inférieur et supérieur ont une forme particulière bien visible sur la figure 7.

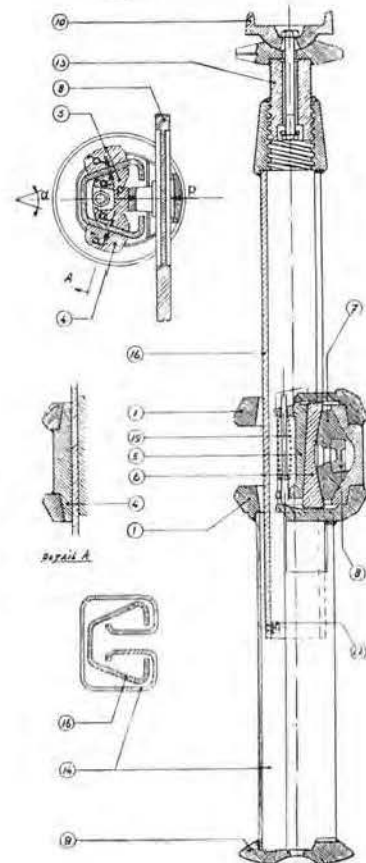


Fig. 7. — Etauçon « Titan ».

Grâce à cette forme des fûts et à la disposition des pièces de la serrure, on utilise 4 surfaces de frottement. La disposition des organes est favorable à l'entraînement du coin.

Pour une force horizontale égale à P, la force qui donne lieu au coulissement et à l'entraînement du

$$\text{coin est } 2 P' \mu \text{ avec } P' = \frac{1/2 P}{\sin 1/2 \alpha}$$

$$\text{soit } 2. 1,5 P \mu = 2,6 P \mu$$

α étant l'angle formé par les deux branches obliques du V du profil intérieur,

La force qui s'oppose à l'entraînement du coin est $1,1 P \mu$. La force qui assure l'entraînement du coin est égale à la différence :

$$2,6 P \mu - 1,1 P \mu = 1,5 P \mu.$$

Par le serrage de la clavette, l'étau a une force portante de 8 tonnes; elle atteint 40 tonnes sous l'action du dispositif autoserrant après un coulisement de 12 mm. Après décalage, le coin entraîné est ramené dans sa position primitive par un ressort. Le serrage aux épontes est obtenu par un vérin à vis disposé sous la tête de l'étau. Le vérin a une course de 4 cm.

Le plateau de tête est monté sur une assise sphérique; il est équipé, soit de 4 tenons, soit de 2 nervures longitudinales.

Quand l'étau est employé avec bèles en bois, on l'équipe d'une tête spéciale qui a la forme de la gorge pratiquée sur les étaux en bois.

Quand les épontes sont tendres, on peut éviter leur poinçonnage en faisant usage de plateaux circulaires de 280 mm de diamètre.

- a) pour le toit :
le plateau est pourvu de deux poignées pour faciliter la reprise. Une calotte sphérique disposée au centre s'engage dans un logement prévu à cet effet dans la tête habituelle de l'étau.
- b) pour le mur :
le plateau est équipé d'une chaîne pour faciliter la reprise sous les éboulis. La calotte sphérique s'engage dans un logement prévu à la base de l'étau. La calotte élimine l'effet néfaste des charges excentrées. (fig 8a).



a) plateau de base avec calotte sphérique pour étaux « Titan ».



b) pot de rallonge pour étau « Titan ».

Fig. 8.

Il existe une gamme d'étau Titan pour toutes les ouvertures de couches. Le plus petit n'a que 54 centimètres de hauteur quand le fût est enfoncé et 46 cm quand il est étiré. On peut facilement allonger un étau en disposant sous le pied un pot de

rallonge. Cette opération peut se faire sur place, au chantier, ce qui facilite l'emploi de ces étaux dans des veines d'ouverture variable. (fig 8b)

Le cric à vis des étaux pour grandes couches est disposé au pied, et non à la tête, pour le rendre plus accessible.

Accessoires de pose.

La firme Ducroo et Brauns présente des supports à vis très légers pour faciliter la pose de pièces de soulèvement assez lourdes.

L'étau Dardenne à boîtier élastique.

Pour donner à l'étau rigide Dardenne une certaine élasticité quand il est employé avec des bèles métalliques, on dispose sous le pied, un boîtier avec

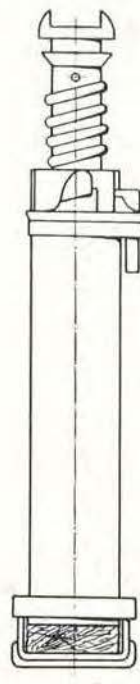


Fig. 9. — Etau « Dardenne » à boîtier élastique.

une semelle carrée de bois. (fig 9) L'étau cède d'abord de 25 à 50 mm sous faible charge par suite de l'écrasement du bois, puis la courbe de charge monte rapidement.

Les étaux Dardenne peuvent également être employés comme piliers rigides à la charnière de foudroyage. Ces piliers sont constitués de deux étaux jumelés, renforcés par de fortes nervures; ils sont posés sur de larges plaques d'appui, qui évitent la pénétration dans le mur. Des plateaux de section carrée évitent le poinçonnage du toit. Les plateaux de tête et les plaques d'appui sont en acier coulé.

II. — BELES.

Depuis la Conférence de Liège en 1951, plusieurs constructeurs belges se sont attelés à la fabrication de bèles métalliques et quelques bonnes réalisations ont vu le jour.

Mentionnons tout spécialement les bèles Belgam, Jadot et Prochar. Les bèles Prochar (type Bouledogue et type léger) ont déjà été décrites (4), mais elles sont actuellement fabriquées en acier moulé. La bèle légère de 80 cm de longueur pèse 20 kg. Le corps est constitué d'une poutre I de 110 mm de largeur et 70 mm de hauteur; la hauteur de la fourche d'assemblage est de 150 mm.

La bèle « Belgam » en acier moulé.

La bèle « Belgam » est fabriquée aux Acieries Léonard-Giot, de Marchienne-au-Pont. Sa con-

ception est due à une fructueuse collaboration entre le personnel technique des Acieries et celui des Charbonnages de Beeringen.

Il existe actuellement trois types de bèles « Belgam » qui répondent à des conditions de gisement diverses.

- le type 1 ou type lourd — profil caisson
- le type 2 ou type moyen — profil I nervuré
- le type 3 ou type léger — spécialement adapté pour l'emploi en couches minces.

Les deux tableaux suivants donnent l'ensemble des caractéristiques des trois types de bèles, avec la gamme des longueurs et les poids respectifs. Le poids comprend toujours celui du pivot d'assemblage fixé à demeure à la bèle.

La clavette de calage pèse 2,5 ou 2,8 kg suivant les types (voir dernière colonne du deuxième tableau).

(4) *Annales des Mines de Belgique*, numéro spécial, février 1951, pages 87-88.

Tableau I — Encombrement

	Hauteur uniforme corps et articulation	Largeur	
		corps	articulation
Belgam 1	120	84	110
Belgam 2	110	84	110
Belgam 3	70	84	110

Tableau II. — Longueur et poids avec pivot

Longueur	500	600	750	800	900	1.000	1.120	clavette & chainette
Belgam 1			29	30	31.5	33.5	36	2.8
Belgam 2			25	26	27.5	29.5	32	2.5
Belgam 3	14.2	16	18.8	19.8	21.6			2.5



Fig. 10. — Bèle « Belgam » en acier moulé (type 2).

Description de la bèle du type 2.

La bèle comprend trois parties principales : (fig 10) :

- le corps
- la fourche ou partie femelle
- le nez ou partie mâle.

Le corps.

Le corps est constitué d'un profil I nervuré. En guise d'arrêteoirs des têtes d'étauçons, les bords de l'aile inférieure sont festonnés sur toute la longueur; il n'y a donc pas d'emplacement fixe prévu pour la tête de l'étauçon. La résistance du corps et de l'articulation est d'ailleurs uniforme. Le profil n'est pas symétrique; la bèle qui, au début, avait été conçue réversible a été modifiée et n'est plus réversible.

Le corps et l'articulation ont exactement la même hauteur d'encombrement; elle est de 110 mm.

Pour diminuer le poids et faciliter les manutentions (prise et pose) de la bèle, on a évidé l'âme du profilé; les ouvertures sont renforcées par des bourrelets.

Ces ouvertures sont également utiles pour la suspension de certains accessoires en taille, tels que les câbles de signalisation, les conduites d'air comprimé, les barres de suspension du brin de retour des convoyeurs, etc...

La fourche.

La fourche est calculée pour obtenir pratiquement la même résistance que dans le corps.

Elle porte l'axe d'assemblage fixé à demeure à la bèle au moyen de deux pointes de vis. Ces pointes glissent dans des rainures de l'axe et s'arrêtent contre une butée qui empêche son échappement. Les trous ménagés dans les joues de la fourche entre le corps et le logement de l'axe n'ont aucune utilité pratique; ils allègent la bèle et facilitent les manutentions.

A l'intérieur, les joues de la fourche présentent un renflement autour du trou pour pivot. C'est sur ces renflements que les saillies, prévues à l'autre extrémité, s'appuient au moment de la pose de la bèle. Nous verrons la raison d'être de ces saillies dans la description du nez.

A l'avant, les joues de la fourche portent deux encoissements qui servent d'appui à la clavette de calage; la surface d'appui a une forme cylindrique concave.

Le nez.

Le nez ou partie arrière de la bèle comporte deux ouvertures, une circulaire ou œil qui sert de logement au pivot et une rectangulaire avec une base inférieure arrondie qui sert de logement à la clavette de calage (fig 11).

La section de l'œil s'évase vers l'extérieur pour permettre à la bèle de rouler sur le pivot d'assemblage quand on modifie l'orientation horizontale. Quand on donne une déviation horizontale à la bèle, cette déviation se maintient lors du serrage de la clavette de calage, ce qui n'est pas le cas avec tous les types de bèles.

Au-dessus de l'œil, on a prévu deux saillies qui se posent sur les renflements intérieurs des joues de la fourche; ce dispositif facilite l'accrochage de la bèle et la pose par un seul homme; il constitue en quelque sorte un repère pour faciliter l'introduction de l'axe dans cette position; le centrage est automatique.

L'axe d'assemblage ou pivot est fixé à demeure à la fourche par le dispositif décrit ci-dessus. La pointe de l'axe est conique pour faciliter son introduction et son échappement. La partie centrale est cylindrique.

La clavette de calage est un coin plat dont la tranche supérieure est plane et la tranche oblique arrondie. La tranche plane s'applique contre la face plane du logement ménagé dans le bout mâle; cette face est parallèle à la face supérieure de la bèle.

Quand on modifie l'orientation verticale, la tranche arrondie de la clavette pivote sur son siège aux encoissements de la fourche, tandis que la face plane reste toujours exactement parallèle à la face supérieure de son logement dans le bout mâle.

Quand on dispose les bèles en porte-à-faux, on prévoit une clavette par file de bèles; une chaînette permet de la suspendre à la bèle. On est ainsi assuré du rétablissement de l'articulation par l'enlèvement méthodique de la clavette après la pose de l'étauçon.

Reprise de la bèle.

Elle peut se faire de différentes façons suivant les nécessités d'exploitation. On appliquera de préférence l'une ou l'autre suivant l'ouverture de la couche, la nature et la qualité des épontes :

- 1) *par chute libre* : Si le toit ne tombe pas immédiatement, au moment du déferrage, on peut d'abord enlever le pivot. Le décalage de l'étauçon amène la chute simultanée de l'étauçon et de la bèle;
- 2) *par pivotement* : Quand le toit tombe relativement vite, on reprend d'abord l'étauçon, ce qui



Fig. 11. — Vue des deux extrémités de la bèle « Belgam » (type 2).

donne lieu au rabatement de la bête, si l'ouverture de la veine le permet, puis on enlève le pivot;

- 3) *par pivotement avec porte-à-faux préalable* : On peut, s'il y a lieu, ne reprendre qu'une pièce de soutènement à la fois. A cet effet, on raidit l'articulation en replaçant la clavette de calage; on enlève l'étau librement. On retire ensuite la clavette, ce qui donne lieu au rabatement de la bête, puis on enlève le pivot. Cette méthode peut se pratiquer lorsque, par exemple, l'étau à enlever s'est enfoncé assez fortement dans le mur. Elle n'est toutefois pas à conseiller, car elle peut donner, au moment du décalage de l'étau,

Le moment résistant en kilogramme mètre des différents types de bêtes est donné dans le tableau suivant.

	Moment résistant en kgm à la limite élastique	Diamètre du pivot en mm
Belgam 1	6.000	45
Belgam 2	4.000	36
Belgam 3	2.500	30

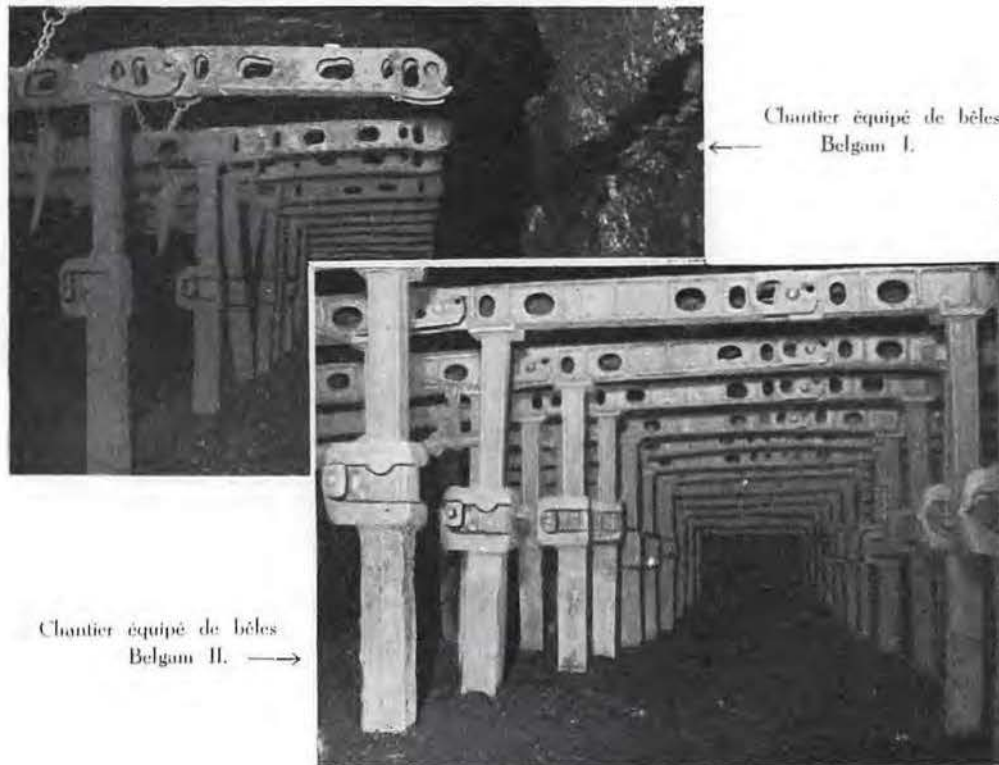


Fig. 12. — Charbonnages de et à Beeringen.

çon, un choc important sur la bête remise en porte-à-faux.

Le contrôle aux ateliers.

Les bêtes « Belgam » sont en acier moulé. Après trempe et revenu, l'acier a une charge de rupture de 75 à 90 kg/mm².

Un contrôle très sévère donne lieu à une mise à rebut systématique de toutes les bêtes qui présentent le moindre défaut. On pratique le billage systématique des deux extrémités (fourche et nez) de chaque bête ainsi que celui des pivots. Les pivots ont une charge de rupture de 110 kg/mm².

Indications de contrôle et numérotage des bêtes.

Dans le but de faciliter les contrôles du soutènement métallique dans les travaux miniers, les Aciéries Léonard-Giot ont prévu de mouler sur chaque bête et de chaque côté du corps les indications suivantes :

- le nom et le type de la bête (Belgam 1 — 2 — 3)
 - l'année de fabrication
 - la longueur de la bête
 - un numéro d'ordre éventuel pour chaque bête.
- Ce numérotage est exécuté d'après les indications données par le charbonnage intéressé.



Fig. 15. — Chantier équipé de bèles Belgau II. Charbonnages de Monceau-Fontaine (siège n. 18).

Rappel des caractéristiques d'utilisation de la bèle.

1) Placement des bèles.

— Facilité due à la conception du nez et de la fourche, l'œil de la partie mâle se place automatiquement en face du pivot.

Le placement peut se faire, soit en partant de la verticale, soit en partant oblique et sans l'intermédiaire de broche de montage. Un seul homme la pose facilement en moins de 15 secondes.

— Orientabilité dans le plan vertical permettant un angle de site de $\pm 15^\circ$.

— Possibilité de rectification de l'alignement des files de bèles grâce à l'orientabilité de $\pm 4^\circ$ dans le plan horizontal, tout en maintenant un serrage au toit énergique. Elle conserve l'orientation horizontale donnée, même quand on enfonce la clavette de calage.

2) Étançonement.

— Possibilité de placer les étançons à n'importe quel endroit du corps grâce à la résistance uniforme du corps et de l'articulation, ainsi qu'aux arrêteurs localisant complètement la tête d'étançon.

— Après placement de l'étançon, l'enlèvement de la clavette rétablit la liberté dans l'articulation, tout en maintenant la liaison complète entre les bèles.

5) Reprise des bèles.

— En chute libre, par pivotement, par pivotement avec porte-à-faux préalable suivant les nécessités d'exploitation.

La bèle est maniable. Les arêtes vives risquant de blesser les mains des ouvriers ont été arrondies. Elle résiste bien aux efforts sans déformation et supporte la comparaison avec les meilleures bèles en service actuellement.

Cette nouvelle bèle est en service ou à l'essai dans plusieurs charbonnages belges importants.

La bèle Jadot.

La bèle Jadot, de construction belge également, est une bèle monobloc en acier coulé en profil caisson. Le nez de la bèle se termine par une surface inclinée sur laquelle la clavette de calage prend appui pour le verrouillage en porte-à-faux. Une échancrure est prévue à la base du nez pour l'accrochage à l'axe, solidaire de la fourche.

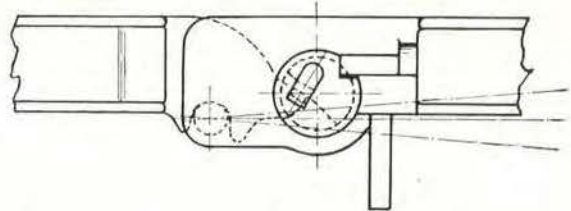


Fig. 14. — Vue en coupe de la bèle Jadot en position verrouillée.

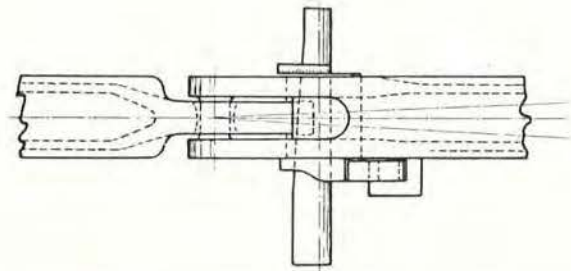
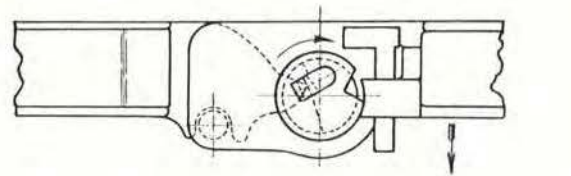


Fig. 15. — Vue en plan et coupe de la bèle Jadot déverrouillée.



Fig. 16. — Reprise de la bèle Jadot.

La cale a été levée et la rotation de la clavette s'opère sous la charge.

La clavette de calage, également solidaire de la bèle, est supportée par des tourillons qui pivotent dans les joues de la fourche. Une cale fixée à la paroi latérale de la bèle empêche la rotation de la clavette. (fig 14) Au déferage, il suffit de soulever la cale pour que la clavette pivote sur le nez de la bèle qui reste en place; le déboitement a lieu par chute libre. (fig 15 et 16) On peut donner des angles de site comparables à ceux des autres types de bèles. La bèle de 80 cm de longueur pèse ± 50 kg.

Les bèles Ducroo et Brauns.

Elles ont un profil très semblable aux bèles GHH, mais ne sont pas équipées pour la suspension en porte-à-faux. La bèle se termine d'un côté par un œil et de l'autre par un pivot; on peut donc les accrocher les unes aux autres. On les emploie plus spécialement avec une architecture de soutènement en dents de scie.

Pour augmenter la stabilité de la bèle et éviter le poinçonnage du toit, il existe un modèle avec

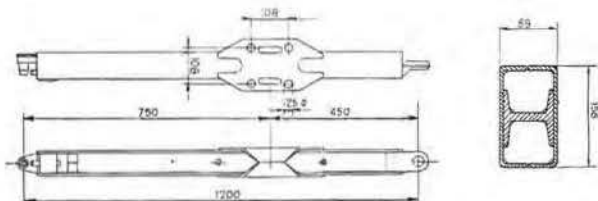


Fig. 17. — Bèle Ducroo et Brauns à corps élargi.

corps élargi en forme de plateau au droit de l'étauçon. (fig 17) La partie élargie est pourvue de trous ou de fentes longitudinales pour loger les 4 tenons ou les deux nervures de la tête de l'étauçon. La reprise a lieu par rabattement et déboîtement latéral.

La bèle Groetschel. (5)

Elle peut être employée avec une rallonge dont la pose n'empêche pas l'accrochage d'une nouvelle bèle. La rallonge s'enfile latéralement sur un prolongement du logement de l'axe d'assemblage. (fig 18) Sa pose ne gêne pas les mouvements de l'axe ni de la clavette de calage. Un ergot fixé sur le corps de la bèle sert d'appui au support à vis qui fait partie de la rallonge.

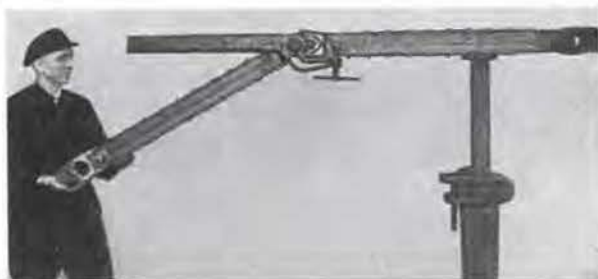


Fig. 18. — Rallonge Groetschel.

La bèle Gerlach-modèle 1950. (5)

La pose et la reprise sont facilitées par la mobilité d'une des joues de la fourche. La reprise a lieu



Fig. 19. — Bèle Gerlach, modèle 1950 avec joue mobile.

par déboîtement latéral grâce à l'effacement de la joue mobile. (fig 19).

La bèle à rallonge « Becorit »

La firme Becorit a présenté à la Foire Internationale de Liège, en 1951, un dispositif de bèle à rallonge qui diffère en principe complètement des autres bèles utilisées pour le soutènement en porte-à-faux.

Ce dispositif permet de suivre pas à pas la découverte du toit avec le soutènement. Il est constitué d'un sabot en forme de U qui se pose sur la tête de l'étauçon. (fig 20) Ce sabot est fortement appliqué au toit et supporte la plus grande partie de la charge qu'il transmet à l'étauçon. A chacune de ses extrémités, on enfile une bèle auxiliaire également en forme de U. La bèle auxiliaire est placée après l'étauçon, elle soutient le toit entre les sabots dans les deuxième et troisième havées. La pièce portante principale, en forme de caisson ou de I, repose à l'intérieur de la bèle auxiliaire et du sabot. Elle a

(5) Pour la description des bèles Groetschel, Vanwersch en acier et en aluminium, Gerlach modèles 1949 et 1950 avec joue mobile, Heintzmann, Prochar, etc., voir : « Le soutènement métallique en taille », *Annales des Mines de Belgique*, février 1951, pages 49 à 105.

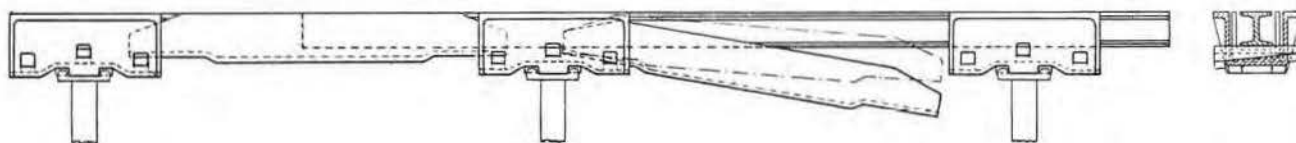


Fig. 20. — Bèle à rallonge « Becorit ».

une longueur double d'une havée ordinaire; elle se pose sans articulation et peut être avancée, sans aucune difficulté, de la longueur voulue à la manière d'un cora.

La pièce portante et la bèle auxiliaire sont appliquées au toit indépendamment l'une de l'autre au moyen de clavettes fixées au sabot. Le sabot est donc équipé de trois clavettes; la centrale serre au toit la pièce portante qu'on avance en porte-à-faux. Les deux clavettes latérales appliquent les deux extrémités des bèles auxiliaires introduites de part et d'autre du sabot.

L'emploi de ce dispositif implique un toit sans aspérités ni ressauts. La pièce intérieure coulissante empêche l'établissement d'articulation entre les bèles et les déformations de cette pièce donnent lieu à des difficultés dans la pose du soutènement.

Le système paraît abandonné.

Les chapeaux élastiques. (6)

Les chapeaux élastiques sont construits en acier manganosiliceux traité; ils réalisent 130 à 140 kg de résistance, tout en conservant le maximum d'élasticité, ils peuvent accepter des déformations élastiques de 20 à 25° vers le haut ou vers le bas. La flèche initiale donnée au chapeau oblige l'ouvrier mineur à donner à l'étauçon une pression initiale de 3 à 4 tonnes pour coller le chapeau au toit. La lame supérieure de 120 mm de largeur (éventuellement 150 mm) présente une surface portante très efficace, particulièrement appréciée dans les toits ten-

(6) Extrait de « Quelques matériels de soutènement métallique en taille », par M. J. Bramat. - *Rev. Industrie Minérale*, octobre 1951.

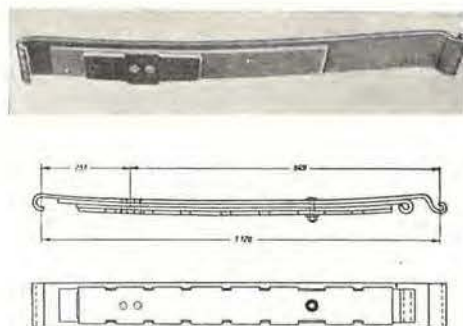


Fig. 21. — Chapeaux élastiques à 5 et à 4 lames de ressort. (Spruth « *Strebausbau in Stahl und Leichtmetall* », 1951.)

dres. La lame inférieure comporte des butées pour empêcher le glissement des têtes d'étauçons. (fig. 21)

Grâce à son élasticité, le chapeau reprend sa forme primitive sitôt desserré. Sa flexibilité lui permet de s'appliquer au toit en épousant ses irrégularités. La pression s'exerce uniquement sur les têtes d'étauçons et se répartit régulièrement sur celles-ci. Les étauçons ne subissent pas les effets de flexion qui se manifestent avec les rallonges rigides.

Etant donné leur poids réduit, leur faible encombrement en hauteur (40 mm), les chapeaux élastiques conviennent tout particulièrement dans les veines minces.

L'articulation, si elle réalise une bonne solidariation du soutènement, ne permet pas d'ajouter un deuxième chapeau en porte-à-faux comme on le réalise dans les rallonges rigides à articulation à clavette.

III. — PILES.

1) La pile Muschamp à mise en place rapide.

Ce nouveau dispositif est une variante de la pile Muschamp décrite précédemment dans le numéro spécial des *Annales des Mines* (7), consacré au soutènement en taille, et dans le volume de la Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation. (8)

La pile à mise en place rapide consiste en deux montants fixés sur une assise de 30 cm X 70 cm en tôle d'acier, équipés en tête de sabots de décalage manœuvrés par un mécanisme analogue à celui de la pile Muschamp antérieurement décrite. (fig 22) Les sabots de décalage sont coiffés d'une plaque

(7) *Annales des Mines de Belgique*, numéro spécial, février 1951, page 105.

(8) Conférence Internationale sur les pressions de terrains et le soutènement dans les chantiers d'exploitation. - Liège, avril 1951, page 282.

de tête, en forme de gouttière, solidaire de la pile et ajustée au moyen de deux clavettes qui prennent appui sur les sabots de décalage. Cette pile est prévue pour réduire au minimum le bois de fourrure; il

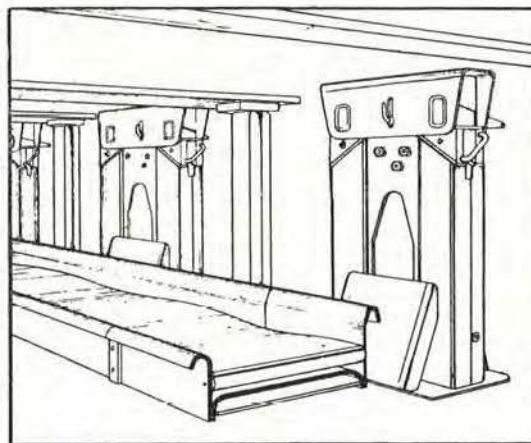


Fig. 22. — La pile « Muschamp » à pose rapide.

ne subsiste qu'une pièce de bois sur l'assise de tête. Le serrage est obtenu par les 2 clavettes d'acier qui donnent une variation en hauteur de 50 mm qui s'ajoutent aux 100 mm donnés par le déclenchement des sabots. On obtient ainsi un jeu total de 150 mm, ce qui permet un bon décalage et une reprise aisée. Un dispositif de verrouillage est prévu pour éviter un déclenchement accidentel de la pile.

Ce support est utilisable conjointement avec les convoyeurs dans les cas où l'on désire rapprocher la ligne de cassure aussi près que possible du front d'abatage ou bien encore lorsqu'on doit établir la ligne de support immédiatement devant ou derrière le convoyeur.

En variante, la pile peut être disposée à angle droit avec le convoyeur. Son emploi aux extrémités de la voie où l'espace est souvent restreint, offre aussi de multiples facilités.

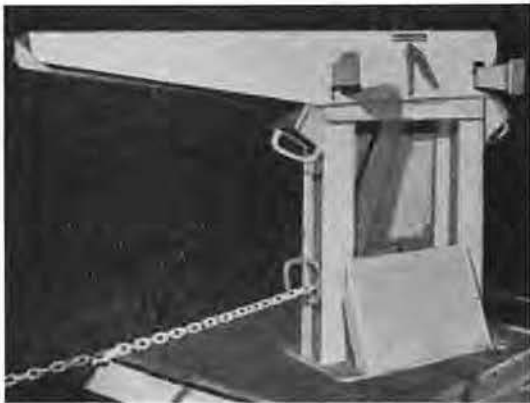


Fig. 25. — La pile Cantilever Muschamp en position décalée.

La pile *Cantilever* à pose rapide a été étudiée en vue de son emploi avec les convoyeurs blindés ou types analogues. (fig 25) La construction est identique, mais l'assise supérieure en forme de gouttière est prolongée en avant pour soutenir le toit au-dessus du convoyeur entre le front de charbon et la première ligne de supports, comme dans les systèmes en porte-à-faux habituels. Ces piles assurent un gain de temps considérable dans la progression de l'étañonnage par suite de leur maniabilité. (9)

2) La pile en acier Mainsforth K. (10)

La pile Mainsforth en acier est fabriquée par les ateliers de matériel électromécanique du Nord de Grande-Bretagne (S.A.) de Ferryhill-Station Durham.

Le support principal est constitué de deux poutrelles 125 × 115 en acier laminé, soudées ensemble suivant une face verticale et sur une hauteur qui varie en fonction de l'épaisseur de la couche.

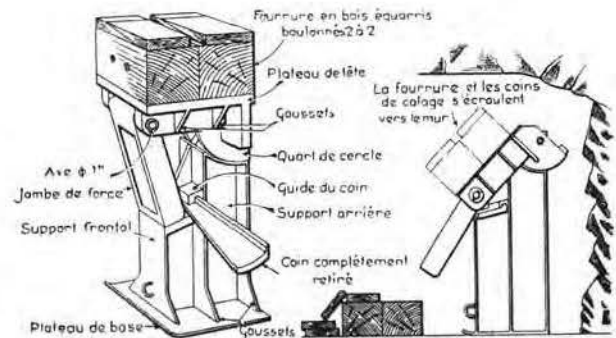


Fig. 24. — La pile Mainsforth K en acier.
à gauche : la pile posée;
à droite : la pile déclenchée.

(fig 24) A l'arrière la tête de ce support sert d'assise à un quart de cercle en acier doux, fixé par un boulon de 7/8 de pouce. Ce quadrant est soudé à un plateau constituant la face portante de la pile. Le plateau est solidement renforcé par des barres en acier doux soudées; il est supporté à son extrémité avant par une jambe de force effaçable en profilé de 4 × 5 pouces pivotant sur un axe de 1 pouce de diamètre. En position portante, la jambe de force repose sur le sommet de la partie avant du support principal. Entre le pied de la jambe de force et la poutrelle arrière du support principal se trouve un coin mobile en acier doux, maintenu dans un guide fixé au support. Au pied de la pile on a prévu un œillet pour y passer le crochet d'une chaîne de sylvester. La base de la pile est constituée par une tôle en acier doux de 5/8" d'épaisseur et de 1 pied carré. L'assise de tête de même surface est en tôle de 5/4" acier doux.

Pour placer la pile, le coin est complètement retiré et le pied de la jambe de force est posé sur la tête du support principal de façon à disposer le plateau de tête horizontalement. A ce moment, le boulon du quadrant et l'axe de la jambe de force ne sont plus chargés. On empile des morceaux de bois équarris sur le plateau. Pour obtenir un bon décalage, le constructeur recommande de couvrir complètement le plateau de tête à un pouce près du côté du versage.

Pour déclencher la pile, on frappe avec un marteau à long manche sur le coin en acier. Le plateau de tête bascule vers l'avant et s'affaisse en même temps vers l'arrière pour éviter le calage au toit pendant le mouvement de bascule.



Fig. 25. — Les piles Mainsforth en place le long du convoyeur.

(9) Extrait de : « The Colliery Guardian », 20 mars 1952. - *The Muschamp Patent Safety Check*.

(10) Extrait de : « Colliery Engineering », avril 1952, p. 171.

Les piles ont été essayées sous une charge de 100 tonnes sans montrer aucun indice de rupture, et 5 % de la production des piles sont essayés sous une charge de 75 tonnes avant de quitter l'usine. Le constructeur affirme que les essais destructifs provoquent le flambement plutôt que la rupture.

IV. — REPRISE DU SOUTÈNEMENT.

Le Tirfor. — Engin de traction et de levage. (11)

Le « Tirfor », nouveau dispositif pour traction et levage, vient d'être mis sur le marché en Grande-Bretagne par les ateliers G. E. Simm S. A., East Parade Chambers à Sheffield. L'appareil est conçu en vue d'un large champ d'application dans la manutention d'engins et de matériaux. Il est de construction robuste et peut être utilisé, soit comme outil semi-fixe, soit comme outil mobile pour la reprise des étaçons de mines, le montage de charpentes et quantité d'autres travaux.

Le Tirfor pèse 16,5 kg sans le câble, il ne requiert donc qu'un ouvrier pour le transporter. Le câble de fabrication spéciale avec âme en chanvre de 11 mm de ϕ est fourni en longueur standard de 20 mètres. Il est pourvu d'un crochet et enroulé sur une bobine appropriée.

Cet appareil est spécialement efficace pour tout levage jusque 6 t. Il est utilisé pour le chargement de machines sur trucks, la reprise des étaçons, le chargement et le déchargement des tuyauteries, le montage de charpentes en acier, la pose de câbles électriques, etc...

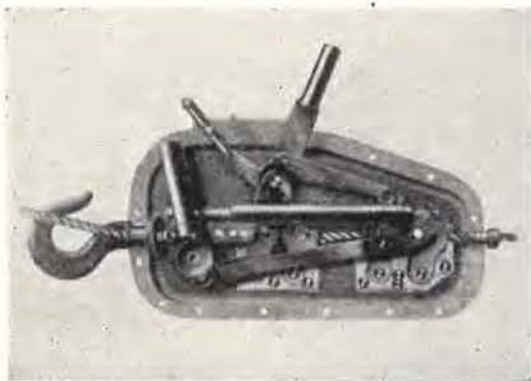


Fig. 26. — L'engin de traction et de levage Tirfor.

(11) Extrait de : « The Colliery Guardian », 17 avril 1952, n° 4755, p. 476.

De plus la facilité de pose de la pile évite les pertes de temps occasionnées par les montages en pièces détachées. Pour encore accélérer le montage, la fourrure en bois dur est constituée de deux pièces de bois équarri boulonnées (fig. 25).

Fonctionnement : Le crochet du Tirfor est attaché à un point fixe quelconque et le câble est introduit dans l'appareil par l'extrémité opposée jusqu'à ressortir par le crochet de fixation. (fig 26) Une poignée télescopique est ajustée au levier de commande qu'on fait mouvoir avant arrière (comme un racagnac) jusqu'à ce que la charge ait atteint la position désirée.

Le mouvement du câble est assuré par deux jeux de mâchoires actionnées par came et manivelle sous le contrôle du levier. La manivelle écarte les mâchoires dans un mouvement latéral, tandis que les cames provoquent l'ouverture et la fermeture alternative de ces mâchoires sur le câble.

Le résultat combiné de ces efforts provoque le pinçage et la progression en avant d'un des jeux de mâchoires pendant que l'autre glisse librement vers l'arrière sur le câble. Ainsi le câble est toujours sous tension. Un mouvement avant et arrière du levier produit un avancement du câble de 7 cm. Ce mécanisme assure un mouvement régulier du câble et empêche son échappement brusque, ce qui arrive fréquemment avec d'autres dispositifs.

Le Tirfor modèle Super est équipé avec un levier supplémentaire pour le renversement de marche. Le déplacement de ce levier provoque le serrage des mâchoires dans la direction opposée, permettant ainsi une descente de la charge avec un contrôle très précis. On a prévu un cran de déclenchement situé au-dessus du crochet, qui peut libérer les deux paires de mâchoires et le câble. Lorsque tout le mou a été repris, on remet le cran à la première position et les mâchoires reprennent leur serrage sur le câble. Ce cran ne peut pas être manœuvré quand le câble est sous tension.

Les appareils Tirfor sont fournis en deux dimensions donnant des tractions directes de 1,5 t à 3 t. Chaque machine est fournie avec un câble de 20 mètres sur bobine et un levier télescopique. Les caractéristiques du modèle T 15 « Super » Tirfor sont les suivantes :

- Puissance 1,5 t.
- Effort 35 kg.
- Vitesse du câble 3,5 m/min.
- Poids de l'appareil 16 kg.

V. — BOULONNAGE DU TOIT.

Le boulonnage du toit se développe dans les mines d'Europe occidentale, principalement en France et en Allemagne, et différents constructeurs européens fabriquent des boulons avec serrage à coin, à coquille ou à dispositif d'écarquillage.

1) Le boulon « Boltex » :

- Ce boulon d'ancrage est constitué par :
- a) une tige de fer rond de 24 mm de diamètre, de longueur variable suivant la nature des terrains. L'extrémité formant la tête comporte deux croi-

sillons forgés en forme de Croix de Lorraine; entre les deux croisillons est ménagé un évidement constituant une amorce de rupture. L'autre extrémité de la tige est filetée. (fig 27).



Fig. 27. — Le boulon « Boltex ».

b) deux $\frac{1}{2}$ coquilles cylindriques dont les bords comportent deux rampes de glissement pour les croisillons de la tige, comme on peut le voir sur la figure 27.

- c) une rondelle dentée maintenue sur la tige par des points de soudure soutenant les deux $\frac{1}{2}$ coquilles.
d) un écrou de serrage sur la partie filetée de la tige.

Fonctionnement.

La tige est introduite dans le trou foré, elle s'y trouve maintenue par les dents de la rondelle qui s'agrippent au terrain. A l'extrémité inférieure de la tige qui émerge du trou de forage est placée une plaquette d'acier percée qui vient prendre appui sur le toit et qui est maintenue par l'écrou.

Par le serrage de l'écrou la tige est alors sollicitée vers le bas. Les croisillons supérieurs glissant sur la première rampe, provoquent l'expansion de la partie supérieure des coquilles jusqu'à ce que l'accroissement de la traction provoque lui-même la rupture de la tige à son évidement. C'est l'« auto signal de sécurité » qui permet d'affirmer que l'ancrage tient. (fig 28).

En continuant à serrer l'écrou, on fait entrer en action les deuxièmes croisillons qui, glissant sur les rampes inférieures, provoquent l'expansion finale. L'appareil est définitivement placé.

Le trou est foré au diamètre de 38 mm. Les diamètres de la tête et de la tige sont respectivement de 35 mm et de 24 mm.

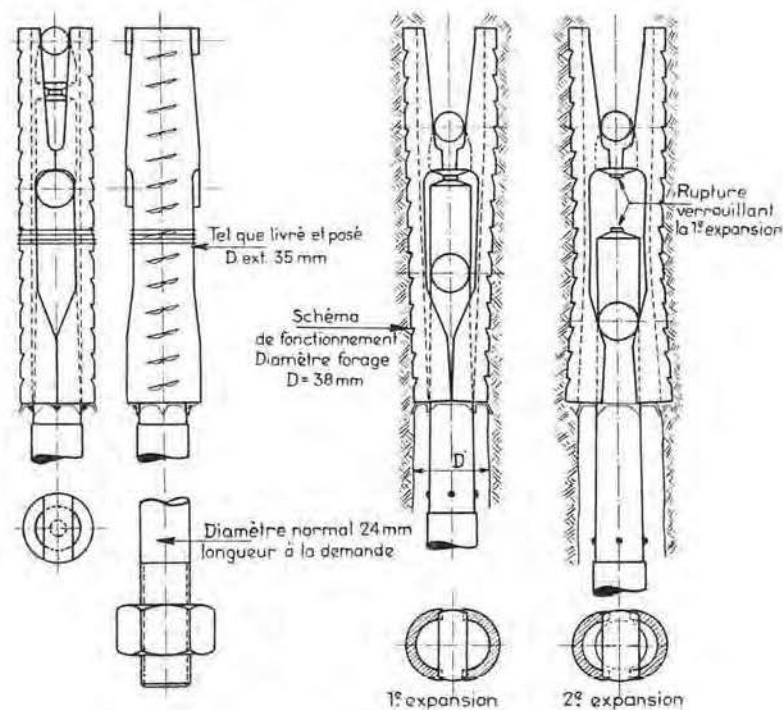


Fig. 28. — Vue en coupe du dispositif d'ancrage du boulon « Boltex ».
à gauche : le dispositif avant serrage;
à droite : la rupture de la tige verrouillant la première expansion vient d'avoir lieu.
La deuxième expansion est en cours.

Ce dispositif d'ancrage assure une répartition rationnelle de la pression radiale sur une grande surface du contact fer contre roche. Quelle que soit la profondeur du trou foré, le serrage au terrain se fait correctement et la rupture de la tige donne la certitude de la tenue de l'ancrage.

2) Le boulon « Ancrall ».

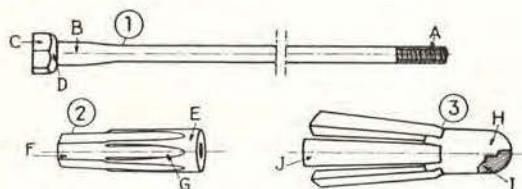


Fig. 29. — Les différentes pièces constituant le boulon « Ancrall ».

Il se compose de trois organes (fig 29) :

- a) d'une tige boulon cylindrique, éventuellement récupérable, en acier à haute résistance. Elle porte en tête un filet spécial A saillant, à pas rapide, et au pied, un renforcement B se terminant en tête à six pans C à toit sphérique D.
- b) d'une carotte tête en forme de coin, percée et filetée. La partie supérieure E est cylindrique; elle se prolonge vers le bas en forme d'un six pans conique tronqué F, compartimenté sur une certaine longueur par des nervures G.



Fig. 30. — Vue du dispositif d'écarquillage du boulon « Ancrall ».

- c) d'un dispositif d'écarquillage composé d'un capuchon porte-coins H en caoutchouc souple garni d'un mannequin en bois I et portant attaché à son pourtour, s'ouvrant vers le bas, six coins de serrage mobiles J.

Le dispositif d'écarquillage est posé en coiffe sur la carotte-tête, en sorte que les coins viennent se loger sur les faces plates du six pans et glisser librement entre les nervures. (fig 30) Le trou est foré plus petit que le diamètre de la tête garnie de son dispositif d'écarquillage. Sous l'effet de la poussée, les coins mobiles glissent le long du six pans en forme de coin de la carotte et le diamètre extérieur du système diminue, ce qui permet de l'introduire dans le trou. En place, le capuchon en caoutchouc qui s'est tendu pendant l'introduction rappelle les coins et assure le clavetage de la carotte sur ses six faces dans le trou. En serrant le boulon, la carotte ouvre les coins en parachute et assure un accrochage efficace au terrain.

Vu les faibles tolérances admises dans le diamètre du trou, il y a lieu de faire usage d'une tige de contrôle graduée d'une part pour les profondeurs et portant d'autre part, aux deux bouts, des tampons « entre » et « n'entre pas ».

Mesureurs de traction.

La firme Goldenberg, construit un « mesureur de traction » qui est un auxiliaire précieux pour l'étude du comportement des boulons d'ancrage.

Cet appareil simple et robuste se pose comme une rondelle épaisse entre le toit et l'écrou. La traction agit sur la surface d'un liquide captif et son intensité est mesurée au manomètre (fig. 31).

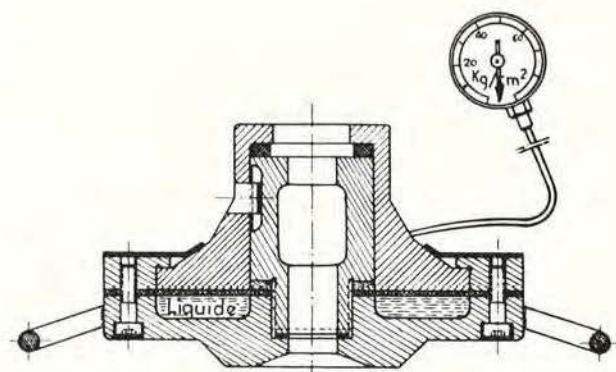


Fig. 31. — Le mesureur de traction des Etablissements Goldenberg et Cie.

Le professeur Wöhlbier a également modifié la construction des capsules dynamométriques Wöhlbier-Ambatiello pour la mesure des charges supportées par les étançons, afin de l'adapter à l'étude du comportement des boulons d'ancrage.